

Arbitrážní souvislosti v ohodnocování úrokových swapů a úvěrové riziko

Jiří MÁLEK*

Standardní úrokový swap (*plain vanilla*) je kontrakt mezi dvěma stranami, v němž se strany zavazují platit si úrokové platby z daného nominále. První strana provádí platby na základě fixní úrokové sazby (fixní platba), druhá strana provádí platby na základě pohyblivé úrokové sazby (pohyblivá platba). Platby probíhají v pravidelných intervalech, přičemž placen je pouze rozdíl. To znamená, že v případě, že pohyblivá úroková sazba je vyšší než fixní, zaplatí plátce pohyblivé platby rozdíl úrokových plateb plátcí fixní platby. Naopak je-li pohyblivá úroková sazba nižší než fixní, zaplatí rozdíl plátce fixní platby. Úrokový swap se používá hlavně k řízení úrokového rizika. Lze jej např. použít k změně pohyblivých plateb z půjček na platby pevné a naopak nebo využitím určitých neefektivností trhu získat (za pomoci swapu) výhodnější podmínky úvěru.

Podle přijaté úmluvy je hodnota (cena)¹ úrokového swapu brána vzhledem ke straně platící fixní platbu. Jelikož na počátku (v době uzavření kontraktu) při stejném nominále neproběhne platba žádná, je hodnota swapu v tomto okamžiku rovna nule. Jak se v průběhu času mění pohyblivá úroková sazba, mění se i cena swapu. Cena může tudíž nabývat jak kladných, tak záporných hodnot. Je-li cena záporná, je cena swapu kladná pro stranu platící pohyblivé platby – a naopak.

Swapy jsou často kotovány pomocí tzv. swapového rozpětí (*spread*), které udává, o kolik je fixní swapová sazba vyšší než odpovídající výnos do doby splatnosti bezrizikového dluhopisu se stejnou životností prodávaného za nominální hodnotu (*par value*). Obecně lze říci, že swapové rozpětí je určeno tržními podmínkami, které vyrovnávají nabídku s poptávkou. Souvisí s likviditou, možností syntetizace swapu, daňovými podmínkami, transakčními náklady a úvěrovým rizikem.

Cílem článku je ukázat arbitrážní souvislosti a vlivy, které působí na určení fixní swapové sazby. V první části nebereme v úvahu úvěrové riziko a ani další výše zmíněné vedlejší vlivy. V tomto případě lze úrokový swap syntetizovat, tzn. vytvořit portfolio cenných papírů, které se bude chovat jako swap. Uvedeme si tři přístupy:

* katedra bankovníctví a pojišťovnictví VŠE Praha (e-mail: malek@vse.cz)

Tento článek vznikl jako součást grantu GA ČR 402/99/1204.

¹ Budeme se spíše držet termínu hodnota (*value*), neboť odráží přesněji vlastní ohodnocení investora. Cena pak vyjadřuje tržní cenu, za kterou se cenný papír obchoduje.

1. swap jako portfolio dluhopisů s fixním a pohyblivým kuponem,
2. swap jako portfolio úrokových forwardů,
3. swap jako rozdíl úrokových kontraktů typu *cap a floor*.

Každý z těchto přístupů má své přednosti a nedostatky, nicméně ve svém souhrnu umožňují komplexnější pochopení úrokového swapu. Syntetizace má rovněž význam pro ohodnocení swapu, neboť ukazuje meze, v nichž se může cena swapu (či fixní swapová sazba) pohybovat.² Takto určená cena se nazývá arbitrážní cena.

Vlivu úvěrového rizika na swapové rozpětí je věnována druhá část příspěvku. Ukazuje se, že úvěrové riziko swapu je řádově menší než u půjček. Uvedeny jsou meze pro swapové rozpětí a výsledky některých studií.

1. Syntetizace úrokového swapu

1. 1. Úrokový swap jako portfolio dluhopisů

Úrokový swap si můžeme představit tak, že plátce fixní platby vydal dluhopis s pevnou kuponovou platbou a koupil si dluhopis s pohyblivou kuponovou platbou. Oba dluhopisy mají stejnou jmenovitou hodnotu rovnou nominální hodnotě swapu a stejnou dobu splatnosti. Předpokládá se, že fixní kuponová sazba se rovná fixní swapové sazbě a pohyblivá kuponová sazba pohyblivé swapové sazbě, protože jinak by existovala možnost arbitrážního zisku. Označíme-li pevnou kuponovou platbu k a pohyblivou kuponovou platbu \tilde{k}_t , pak rozdíl plateb v čase t je:

$$\tilde{s}_t = \tilde{k}_t - k$$

což odpovídá průběžným platbám v úrokovém swapu. Nominální platby, které by měly proběhnout v době splatnosti, se vyruší. Označíme-li si jako $B_T(t)$ hodnotu dluhopisu s fixním kuponem v čase t a s dobou splatnosti T a jako $\tilde{B}_T(t)$ hodnotu dluhopisu s pohyblivým kuponem, pak hodnota swapu je:

$$S(t) = \tilde{B}_T(t) - B_T(t)$$

Vyjádříme si hodnoty obou dluhopisů:³

$$B_T(t) = \sum_{i=1}^n k e^{-r_i t_i} + Q e^{-r_n t_n}$$

kde t_i je délka časového intervalu zbývajících do i -té kuponové platby, Q jmenovitá hodnota dluhopisu, r_i bezriziková spotová úroková sazba (diskontní faktor) na období (t, t_i) přepočítaná na spojitě diskontování, která odpovídá hodnotě v časové struktuře úrokových sazeb.

Při výpočtu hodnoty dluhopisu s pohyblivým kuponem se používá dis-

² Vzájemnou souvislostí jsou samozřejmě určeny i meze papírů syntetizujícího portfolia.

³ Protože ve stati je prezentován metodologický přístup, budeme používat spojitě úročení (diskontování), které je vhodnější pro matematické zpracování. V praxi se může používat jiný typ úročení (jednoduché, složené, smíšené).

kontní faktor vycházející z pohyblivé úrokové sazby, která určuje kuponové platby dluhopisu. Lze ukázat, že hodnota dluhopisu je na počátku a těsně po výplatě kuponu rovna nominální hodnotě Q . Využitím této skutečnosti můžeme určit hodnotu dluhopisu s pohyblivým kuponem mezi kuponovými platbami:

$$\widetilde{B}_T(t) = Qe^{-r_i t_i} + k^* e^{-r_i t_i}$$

kde k^* je již známá⁴ příští pohyblivá platba v čase $t+t_i$.

Jestliže je fixní kupon „správně“ určen, bude hodnota dluhopisu s fixním kuponem na počátku rovna Q a hodnota swapu bude nula. Fixní dluhopis se tedy musí na počátku prodávat za nominální hodnotu („za par“). Právě této skutečnosti lze využít při určení fixní swapové sazby. Jelikož se výnos do doby splatnosti dluhopisu prodávaného za nominální hodnotu rovná kuponové sazbě, bere se tato hodnota na výnosové křivce za hodnotu fixní swapové sazby (za nepřítomnosti úvěrového rizika, transakčních nákladů atd.). Jiný způsob vychází z časové struktury úrokových sazeb implikované dluhopisy s nulovým kuponem (*zero bonds*). Hodnota fixní swapové sazby R je určena vztahem:

$$R = \frac{B(T_0) - B(T_n)}{\sum_{i=0}^{n-1} \Delta_i B(T_i)}$$

kde $T_0 < T < T_1 \dots < T_n$ jsou okamžiky swapových plateb, $\Delta_i = T_{i+1} - T_i$, $B(T_i)$ je cena dluhopisu s nulovým kuponem s jmenovitou hodnotou 1 a dobou splatnosti T_i . Podrobnosti a odvození vztahu pomocí rizikové neutrální metodiky lze nalézt v (Björk, 1996).

1. 1. 2. Citlivost hodnoty swapu na změnu úrokové sazby

Zde přijmeme určité zjednodušení. Jelikož používáme úrokové sazby na různá časová období, přijmeme poměrně reálný předpoklad, že v okamžiku malé změny se pohnou všechny sazby stejným směrem o stejnou velikost. Základní změna úrokové sazby bude vycházet ze šestiměsíční sazby LIBOR (PRIBOR). Nejdříve se budeme zabývat citlivostí hodnoty swapu těsně po provedených platbách.

V okamžiku těsně po výplatě kuponu se hodnota dluhopisu s pohyblivým kuponem rovná Q , a tudíž není ovlivněna jakoukoli změnou pohyblivých úrokových sazeb. Lze proto psát:

$$\frac{\partial \widetilde{B}_T(t)}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial B_T(t)}{\partial r} < 0$$

a tedy:

$$\frac{\partial S(t)}{\partial r} = \frac{\partial \widetilde{B}_T(t)}{\partial r} - \frac{\partial B_T(t)}{\partial r} = - \frac{\partial B_T(t)}{\partial r} > 0$$

⁴ Podle zavedené praxe se hodnota pohyblivé úrokové sazby, na jejímž základě bude platit jeden ze swapových partnerů, určuje vždy na začátku období. Jinak řečeno, probíhají-li swapové platby v půlročních intervalech, pak pohyblivá platba je známa s půlročním předstihem.

Zvýšení úrokové sazby vede ke zvýšení hodnoty swapu a tato změna je rovna opačné změně v hodnotě dluhopisu s fixním kuponem.

Jelikož nominále obou dluhopisů je stejné, vyjádříme dále hodnotu swapu pouze jako rozdíl současných hodnot kuponových plateb. Označme si:

$PV(k)$ současná hodnota pevných kuponových plateb,

$PV(\tilde{k})$ současná hodnota pohyblivých kuponových plateb.

Hodnota swapu na počátku se následně rovná:

$$S(t) = PV(\tilde{k}) - PV(k)$$

Jelikož při zvýšení tržní úrokové sazby se hodnota dluhopisu s pohyblivým kuponem nezmění, ale současná hodnota nominální platby klesne, musí současná hodnota pohyblivých kuponových plateb vzrůst. Současná hodnota pevných plateb při vzrůstu úrokové sazby klesne. Jinak řečeno:

$$\begin{aligned} \frac{\partial PV(\tilde{k})}{\partial r} &> 0 \\ \frac{\partial PV(k)}{\partial r} &< 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial S(t)}{\partial r} = \frac{\partial PV(\tilde{k})}{\partial r} - \frac{\partial PV(k)}{\partial r} > 0 \quad (2)$$

Ze vztahů (1) a (2) plyne, že změna hodnoty úrokového swapu v reakci na změnu tržní úrokové sazby je větší než změna hodnot jednotlivých plateb:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S(t)}{\partial r} &> \frac{\partial PV(\tilde{k})}{\partial r} > 0 \\ \frac{\partial S(t)}{\partial r} &> -\frac{\partial PV(k)}{\partial r} > 0 \end{aligned}$$

Swap je tedy citlivější na úrokové změny než úrokové platby. To je důležité zvláště při zajišťování tehdy, když používáme swapy jako instrument, který snižuje úrokové riziko.

V době mezi platbami již uvedené úvahy platit nemusejí. Výplata příštího pohyblivého kuponu je již známa, a proto změna v tržní úrokové sazbě ovlivní hodnotu dluhopisu s pohyblivým kuponem. Nastalo-li např. zvýšení, hodnota pohyblivého dluhopisu poklesne; tento pokles může být větší než pokles fixního dluhopisu a hodnota úrokového swapu se sníží.

1. 2. Úrokový swap jako portfolio úrokových forwardů

Struktura swapových plateb přímo vybízí k chápání úrokového swapu jako série forwardů na pohyblivou úrokovou sazbu.

Plátce fixní platby jako by vstoupil v každém forwardu do dlouhé pozice, tj. zavázal se zaplatit dohodnutý úrok z daného nominále. Bude-li v oka-

mžiku splatnosti platby pohyblivý úrok \tilde{k} vyšší než pevný dohodnutý úrok k , obdrží plátce fixní platby rozdíl úroků; bude-li \tilde{k} nižší než k , zaplatí plátce rozdíl protistraně.

Označme si $t_1 < t_2 < \dots < t_n = T$ časové okamžiky příštích swapových plateb. Dále si označme jako $F(t; t_i, t_{i+1})$ hodnotu úrokového forwardu v čase t , jenž je splatný v čase t_i . Podkladovým instrumentem je pohyblivá úroková sazba na období t_i, t_{i+1} a dohodnutá cena (úroková sazba) odpovídá pevné platbě k . Potom je hodnota úrokového swapu rovna součtu hodnot jednotlivých forwardů:

$$S(t) = \sum_{i=1}^{n-1} F(t; t_i, t_{i+1})$$

Jestliže volíme $t = 0$, musí být hodnota swapu nulová, a tedy součet hodnot forwardů je rovněž nula. To však neznamená, že je nulová hodnota každého forwardu. Některé hodnoty mohou být kladné a jiné záporné. To závisí na časové struktuře úrokových sazeb. Jestliže je časová struktura rostoucí (úrokové sazby v ročním vyjádření jsou na delší časové období vyšší než na období kratší), budou hodnoty počátečních forwardů záporné a pozdějších kladné. Při klesající časové struktuře tomu bude naopak. Jedině v případě, že úrokové sazby budou na všechna období stejné (plochá časová struktura), bude hodnota každého forwardu nulová.

Forwardy lze použít k zajištění do okamžiku, než se podaří nalézt swapového partnera. Představme si, že firma si přeje přeměnit fixní dluh na dluh pohyblivý. Vstoupí do swapu s příslušnou bankou, která se zaváže platit pohyblivou částku a na oplátku obdrží od firmy fixní částku. Banka se pak bude snažit nalézt swapového partnera, který by byl ochoten platit pohyblivou částku a dostávat fixní. To se nemusí podařit hned a banka je vystavena riziku, že se pohyblivá sazba zvýší a ona tak utrpí ztrátu. Aby se proti této možnosti zajistila, uzavře sérii forwardů v dlouhé pozici na pohyblivou úrokovou sazbu. Nastane-li zvýšení, pak zisk z forwardu vyrovná ztrátu ze swapu. Naopak při snížení jsou zisky ze swapových plateb eliminovány ztrátami z dlouhé pozice ve forwardu. Po nalezení partnera banka své pozice ve forwardech uzavře.

V praxi se většinou místo forwardů používají eurodolarové úrokové futures (futures). Jejich výhodou je vysoká likvidita a nízké transakční náklady. Nevýhodou je standardizace kontraktů. Nominální částka, ze které se počítá úrok, a okamžiky splatnosti nemusejí vždy vyhovovat swapovému kontraktu. Tato strategie je vhodná pro krátkodobé a střednědobé swapy.

1. 3. Úrokový swap jako rozdíl úrokových kontraktů typu *cap* a *floor*

Úrokové kontrakty typu *cap* a *floor* jsou sérií opcí na úrokovou sazbu. Kontrakt typu *cap* můžeme chápat jako evropskou kupní opci, v níž držitel kontraktu obdrží od vypisovatele přebytek nějaké referenční úrokové sazby nad danou uplatňovanou sazbou. Jestliže platba proběhne, bude se rovnat rozdílu úroků z dohodnutého nominále. Podobně úrokový kontrakt *floor* lze brát jako analogii evropské prodejní opce. Držitel *floor* obdrží případný přebytek uplatňované sazby nad referenční úrokovou sazbou. Kontrakty typu *cap* a *floor* lze použít k zajištění úvěrů, jejichž splátky jsou řízeny pohyblivou úrokovou sazbou (většinou LIBOR). Jestliže např. uzavřeme *cap* na 10 %

a vypíšeme *floor* na 7 % (tedy koupili jsme si *collar*⁵ 7 % – 10 %), budeme mít zajištěno, že naše splátky se budou pohybovat v uvedeném rozmezí. Jsou-li hranice vhodně zvoleny, lze docílit, aby cena kontraktu *collar* byla na počátku kontraktu rovna nule. Proces může probíhat tak, že půjčovatel si zvolí horní hranici a banka hranici dolní tak, aby cena kontraktu *collar* byla nula. Je-li horní hranice zvolena nad momentální hodnotou pohyblivé úrokové sazby, je nulové určení kontraktu *collar* vždy možné.

Chceme-li vytvořit úrokový swap pomocí rozdílu kontraktu *cap* a *floor*, musejí mít oba stejnou uplatňovanou úrokovou sazbu a stejnou hodnotu (aby byl rozdíl nula, což je hodnota swapu na počátku). To je možné jen při jediné hodnotě úrokové sazby, jejíž hodnota by měla být rovna (aby se zabránilo arbitrážním ziskům) hodnotě fixní swapové sazby.

Ukážeme si, že skutečně dostáváme úrokový swap. Označme jako k úrok odpovídající uplatňované úrokové sazbě, která je rovna fixní swapové sazbě, a jako \tilde{k} momentální úrokovou platbu odpovídající pohyblivé úrokové sazbě. Mohou nastat následující možnosti:

1. $\tilde{k} > k$. Jako držitel *cap* obdržím rozdíl $\tilde{k} - k$. Kontrakt *floor* nebude uplatněn.
2. $k > \tilde{k}$. *Cap* nebude uplatněn, zatímco *floor* ano. Jako vypisovatel *floor* budu muset zaplatit rozdíl $k - \tilde{k}$.
3. $k = \tilde{k}$. Nebude uplatněn ani *cap*, ani *floor* a žádná platba neproběhne.

Ve všech případech dostáváme platby stejné jako v úrokovém swapu.

Nyní předpokládejme, že uplatňovaná úroková sazba nulového kontraktu *collar* se neshoduje s úrokovou sazbou fixní swapové platby. Nechť např. $k_c > k_s$, kde k_c je úrok odpovídající uplatňované sazbě *collar* a k_s je fixní swapová platba. Arbitrážní zisk je pak možné docílit následovně:

Vstoupím do dlouhé pozice ve swapu (budu plátcem fixní platby a příjemcem platby pohyblivé) a do krátké pozice v nulovém *collar* (tedy budu jej brát jako rozdíl *floor* minus *cap* neboli koupím si *floor* a vypíšu *cap*, obojí na k_c). Ceny swapu a kontraktu *collar* jsou rovny nule. Je-li \tilde{k} hodnota úroku odpovídající momentální hodnotě pohyblivé sazby, mohou nastat následující situace:

1. $\tilde{k} > k_c$. Jako držitel swapu v dlouhé pozici obdržím rozdíl $\tilde{k} - k_s$, jako držitel nulového *collar* v krátké pozici zaplatím rozdíl $\tilde{k} - k_c$. Celkový zisk je $k_c - k_s > 0$.
2. $k_c > \tilde{k} > k_s$. Jako držitel swapu obdržím $\tilde{k} - k_s$, z nulového *collar* obdržím $k_c - \tilde{k}$. Celkový zisk je $k_c - k_s > 0$.
3. $k_s > \tilde{k}$. Jako držitel swapu zaplatím částku $k_s - \tilde{k}$ a z nulového *collar* obdržím $k_c - \tilde{k}$. Celkový zisk je opět $k_c - k_s > 0$.

Případ $k_s > k_c$ by se analyzoval obdobně jen s tím rozdílem, že ve swapu bychom byli v krátké pozici (tj. plátcem pohyblivé platby) a v nulovém *collar* v pozici dlouhé (tj. vypsali bychom *floor* a koupili *cap*).

Ukázali jsme, že je-li nulový *collar* uzavřen na jinou sazbu než swapovou, lze docílit arbitrážního zisku.

⁵ *Collar (interest rate agreement)* je derivátový kontrakt, který je kombinací *cap* a *floor*. Kupující kontraktu *collar* je v postavení kupujícího *cap* a prodávajícího *floor*. Dostává plnění v podobě úrokového rozdílu, pokud dohodnutá referenční úroková sazba v rozhodný den převyší sazbu sjednanou v *cap*, naopak poskytuje plnění, pokud referenční sazba v rozhodný den klesne pod sazbu dohodnutou ve *floor*.

2. Úvěrové riziko a swapové rozpětí

Úvěrové riziko úrokového swapu je spojeno s možností, že jedna strana nebude schopna dostát svým závazkům. Ovlivňuje velikost swapového rozpětí, ale ukazuje se, že toto riziko je řádově menší než u firemních dluhopisů. Nejlépe problém pochopíme na následujícím příkladu:

Mějme firmy A a B, které chtějí uzavřít úrokový swap prostřednictvím swapové banky. Firma A bude platit půlročně fixní platbu 9 % a obdrží pohyblivou platbu (LIBOR). Platby firmy B budou obrácené. Banka čelí riziku, že jestliže jedna z firem nebude schopna dostát svým závazkům, bude muset nahradit nesolventní stranu a platit protistraně ze svého. Předpokládejme, že je čas swapové platby a firma A zbankrotuje. Pozice banky nyní závisí na tom, zda fixní sazba je větší, nebo menší než sazba pohyblivá. Probereme nyní oba případy.

1. *Fixní úroková sazba je větší než pohyblivá* (řekněme, že LIBOR je 8 %). Potom firma A měla zaplatit rozdíl 1 % z daného nominále. Jelikož platba neproběhne, musí banka zaplatit firmě B ze svého. Do příští platby se bance nabízejí následující možnosti:

a) zajistit si fixní platby pomocí úrokových futures (forwardů). Banka vstoupí do krátké pozice v úrokovém kontraktu futures, a klesne-li LIBOR pod sazbu určenou tímto kontraktem, obdrží banka rozdíl, který pak vyplatí firmě B. Zajištění však nemusí být ideální, protože momentální sazba nemusí odpovídat původní fixní sazbě 9 %;

b) najít nového swapového partnera. Zde je opět stejné riziko jako u futures, že momentální swapová sazba bude nižší než původní a banka bude muset rozdíl po zbytek platnosti swapu doplácet.⁶

2. *Fixní úroková sazba je nižší než pohyblivá* (např. Libor je 10,5 %). V tomto případě je situace pro banku příznivější, neboť je to nyní firma A, která má obdržet platbu 1,5 % z daného nominále od firmy B. Banka proto momentálně neutrpí žádnou ztrátu. Další postup je stejný jako v předcházejícím případě. Banka se může do příští platby zajistit pomocí úrokových futures a současně bude hledat náhradního partnera.

V souhrnu lze říci, že úvěrové riziko v úrokových swapech představuje pro zprostředkovatele mnohem menší problém než u půjček. Je to za prvé tím, že nominální hodnota swapu je jen fiktivní a není vyplácena. Za druhé, platby, které probíhají, jsou jen rozdílem fixní a pohyblivé úrokové sazby, a jejich objem je proto mnohem menší než u půjček. Za třetí, banka utrpí ztrátu jen v případě, že zbankrotuje strana, která má momentálně provést platbu.⁷

2. 1. Výsledky některých studií

Výše uvedené skutečnosti jsou příčinou toho, že kvalitativní rozpětí⁸ je u firemních dluhopisů řádově vyšší než u úrokových swapů. Belton (1987) po-

⁶ Obecně lze říci, že banka bude využívat obě možnosti. Nejdříve uzavře přiměřené množství kontraktů futures a v okamžiku, kdy najde swapového partnera, pozice uzavře. U krátkodobých swapů nemusí tato situace být závažnějším problémem, u dlouhodobých swapů by si firma A nejspíš koupila i opci na vypovězení a při výraznějším poklesu fixní sazby by opci uplatnila.

⁷ Tato myšlenka se však prosazovala postupně. Např. banka Citicorp došla v roce 1985 k závěru, že byla přehnaně opatrná, a redukovala odhad úvěrového rizika při ocenění svých swapů.

TABULKA 1

	firma 1	firma 2	kvalitativní rozpětí
rating	AAA	A	
fixní úroková sazba	9,5 %	10,5 %	1,0 %
pohyblivá úroková sazba	LIBOR+0,25 %	LIBOR+0,65 %	0,4 %
QDF			0,6 %

mocí simulačních technik zkoumal, jaká úvěrová složka swapového rozpětí by kompenzovala zprostředkovatele za riziko nesolventnosti jedné ze stran. Ukázal, že pro firmy s vysokým ratingem (pravděpodobnost krachu v daném roce 0,5 %) je to 0,70 bazického bodu (b. b.) pro dvouroční swap a 3,02 b. b. pro desetiletý swap. Pro firmy s nízkým ratingem (pravděpodobnost krachu v roce 2 %) je prémie 2,83 b. b. pro dvouletý swap a 14,24 b. b. pro swap desetiletý. Rozdíl aproximativně dobře zapadá do pozorované skutečnosti. Duffie a Sigelton (1997) ve svém modelu ukázali, že 100 bodů rozdílu v úvěrovém rozpětí firemních pětiletých dluhopisů odpovídá 1 bodu úvěrového rozpětí (které je složkou swapového rozpětí) pětiletého úrokového swapu.⁹ Nicméně oba autoři docházejí k závěru, že význačná část swapového rozpětí je způsobena specifiky swapového trhu.

V některých studiích se úvěrové riziko úrokového swapu měří jako maximální náklady, jimž je vystaven prostředník při úsilí najít nového swapového partnera za změněných tržních podmínek. Výzkumy se prováděly pomocí simulací a výsledky se liší podle použitého modelu (speciálně podle toho, jaký pohyb pohyblivé úrokové sazby byl simulován). Arrak, Goodman a Roness (1986) odhadli tyto náklady na 1–2 % nominále ročně. Fed a Bank of England ve své studii z roku 1987 odhadují, že s pravděpodobností 0,7 budou náklady maximálně 0,5 % nominále a s pravděpodobností 0,95 budou maximálně 1 % nominále.

2. 2. Meze swapového rozpětí dlouhodobých swapů

Zatímco pro krátkodobé a střednědobé swapy je nejdůležitějším determinantem swapového rozpětí možnost syntetizace pomocí úrokových futures, u dlouhodobých swapů hraje význačnou roli tzv. kvalitativní diferenciální rozpětí (QDF). Na trhu úvěrů se totiž ukazuje, že rozdíl sazeb pro firmy s vyšším a nižším ratingem (kvalitativní rozpětí) je pro půjčky s fixní úrokovou sazbou vyšší než pro půjčky se sazbou pohyblivou.¹⁰

Příklad uvedený v *tabulce 1* udává úrokové sazby, za nichž mohou firma 1 (rating AAA) a firma 2 (rating A) získat půjčky na úvěrovém trhu s fixními a pohyblivými sazbami.

⁸ Kvalitativním rozpětím firemních dluhopisů se míní rozdíl výnosností do doby splatnosti u firm s vysokým ratingem (AAA) a firm s nižším ratingem (většinou BBB). U swapů se jedná o rozdíl swapového rozpětí analogických firem.

⁹ U měnového pětiletého swapu oba autoři zjistili, že 100 bodů v úvěrovém rozpětí firemních dluhopisů odpovídá 10 bodům swapového rozpětí. Je to proto, že u měnového swapu se – na rozdíl od úrokového – nominále v závěru vyplácí.

¹⁰ Tento rozdíl je výraznější u dlouhodobých půjček, a proto je využíván hlavně u dlouhodobých swapů.

Vidíme že, u úvěrů s fixními sazbami je kvalitativní rozpětí 1 %, zatímco u úvěrů s pohyblivými sazbami pouze 0,4 %. QDF jako rozdíl obou rozpětí je 0,6 %. Dále předpokládáme, že firma 1 chce získat půjčku s pohyblivou úrokovou sazbou a firma 2 půjčku s fixní úrokovou sazbou. Ukážeme, že jestliže si firma 1 vezme půjčku s fixní sazbou a firma 2 půjčku s pohyblivou sazbou a spolu uzavřou úrokový swap, kde firma 1 bude platit pohyblivou úrokovou sazbu (LIBOR) a firma 2 fixní sazbu 9,60 %, je konečný výsledek pro obě firmy výhodnější, než kdyby si vzaly odpovídající půjčky přímo:

Firma 1 platí 9,5 % + LIBOR a dostává 9,6 %. Celkově tedy firma 1 platí LIBOR – 0,1.

Firma 2 platí LIBOR + 0,65 + 9,6 a dostává LIBOR. Celkově tedy firma 2 platí 10,25 %.

První firma uspoří 0,35 %, druhá firma 0,25 %. Součet úspor se rovná 0,6 %, což je velikost QDF.

Předcházející úvahy můžeme zobecnit. Označme:

T	příslušná hodnota úrokové sazby na výnosové křivce státních dluhopisů (doba do splatnosti je rovna délce života swapu)
$T+F$	hodnota fixní sazby pro firmu s vyšším ratingem na trhu půjček
$LIBOR + L$	hodnota pohyblivé úrokové sazby pro firmu s vyšším ratingem na trhu půjček
$T + f$	hodnota fixní úrokové sazby pro firmu s nižším ratingem na trhu půjček
$LIBOR + l$	hodnota pohyblivé úrokové sazby pro firmu s nižším ratingem na trhu půjček
$T + S$	hodnota fixní swapové sazby
S	swapové rozpětí

Hodnoty F, f udávají rozpětí nad hodnotou výnosové křivky státních dluhopisů s dobou splatnosti shodnou s délkou života swapu. Podobně hodnoty L a l udávají rozpětí nad příslušnou hodnotou LIBOR odpovídající frekvenci splátek (tříměsíční, šestiměsíční LIBOR).

Stejně jako v ilustrativním příkladě budeme předpokládat, že firma s vyšším ratingem bude mít zájem o půjčku s pohyblivou úrokovou sazbou a firma s nižším ratingem o půjčku s fixní úrokovou sazbou. Otázkou je, za jakých podmínek jsou firmy ochotny provést výše uvedenou operaci. Předpokládejme tedy, že firma s vyšším ratingem si vezme půjčku s fixní úrokovou sazbou $T + F$, firma s nižším ratingem si vezme půjčku s pohyblivou sazbou $LIBOR + l$ a obě firmy vstoupí do úrokového swapu s fixní swapovou sazbou $T + S$. Situace je znázorněna na *grafu 1*.

Celková výše plateb¹¹ firmy s vyšším ratingem je:

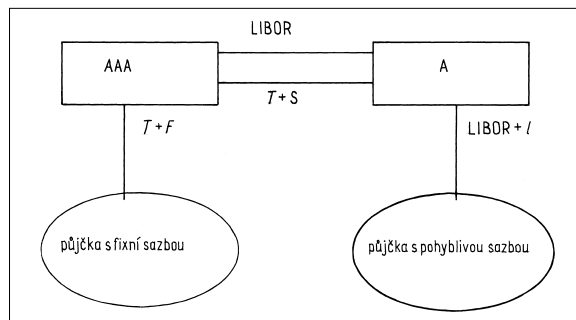
$$T + F + LIBOR - (T + S) = F + LIBOR - S$$

Celková výše plateb firmy s nižším ratingem je:

$$LIBOR + l + T + S - LIBOR = l + T + S$$

¹¹ Podobně jako v předcházejícím příkladě jsou platby v úrokovém vyjádření.

GRAF 1



Aby bylo uzavření úrokového swapu výhodné pro obě firmy, musejí být podmínky výhodnější než při přímém vstupu na trh půjček.
Pro firmu s vyšším ratingem musí platit:

$$F + LIBOR - S \leq LIBOR + L$$

neboli

$$F - L \leq S \quad (3)$$

Obdobně pro firmu s nižším ratingem musí platit:

$$l + T + S \leq T + f$$

neboli

$$S \leq f - l \quad (4)$$

Sloučením výrazů (3) a (4) dostáváme:

$$F - L \leq S \leq f - l$$

Tento výraz udává rozmezí, ve kterém se musí vyskytovat swapové rozpětí, pokud má být úrokový swap atraktivní pro obě firmy.

2. 3. Sklon výnosové křivky a swapové rozpětí

Sklon výnosové křivky je považován za důležitý indikátor úvěrového rizika. Jestliže je výnosová křivka rostoucí (kladný sklon), pak trh očekává, že úrokové sazby vzrostou. Pro úrokové swapy se tedy očekává, že strana platící fixní platbu bude platit straně pohyblivou platbu v počátečních periodách a obdrží platbu v pozdějších periodách života swapu. To znamená, že riziko nesolventnosti plátce úvěru s pohyblivou úrokovou sazbou je vyšší než u plátce úvěru s fixní sazbou (z důvodu větší časové vzdálenosti). To si bude chtít plátce fixní platby kompenzovat vyšší rizikovou premií vyjádřenou nižším swapovým rozpětím. Pro klesající výnosovou křivku je situace obrácená. Očekává se, že plátce fixní platby bude platit v pozdějších periodách a dostávat platby v počátečních periodách. Riziko nesolventnosti plátce úvěru s fixní sazbou je vyšší než u plátce úvěru se sazbou

pohyblivou. Jako závěr dostáváme, že riziková prémie za nesolventnost obsažená v swapovém rozpětí je klesající funkcí sklonu výnosové křivky. Většina empirických studií tuto hypotézu potvrzuje.

2. 4. Swap jako hedging a spekulace

Existuje však další skutečnost, která ovlivňuje úvěrové riziko, a to závislost na tom, k jakému účelu je swap použit. Jestliže strana použije swap jako hedging, pak úvěrové riziko bude podstatně menší, než když je swap použit pro spekulaci.

Uvažujme situaci, při níž je swap použit jako hedging – např. firma má splácet úvěr s pohyblivou úrokovou sazbou a potřebuje se zajistit proti jejím nepříznivým výkyvům. Tato firma tedy vstoupí do úrokového swapu s bankou, v němž bude dostávat pohyblivou platbu a platit bude platbu fixní. Jestliže se pohyblivá úroková sazba zvýší, může firma kompenzovat vyšší splátku dluhu tokem ze swapu. Jestliže se naopak úroková sazba sníží, bude muset firma provést platbu ve swapu, ale náklad bude kompenzován nižší splátkou dluhu. Úvěrové riziko swapu se tedy snižuje, ale odstranit ho samozřejmě nelze.

Jestliže je swap použit jako spekulace např. na vzestup pohyblivé úrokové sazby, bude riziko neplacení podstatně vyšší, neboť investor nechává pozici otevřenou.

Oba případy musejí být zohledněny v rizikové prémii zprostředkující banky. Těžko lze však očekávat, že se je podaří jasně odlišit, takže riziková prémie musí být (odhadovaným) váženým průměrem odhadů velikosti rizika jednotlivých skupin.

3. Závěrečné poznámky

I když trh úrokových swapů má svá vlastní specifika, lze říci, že arbitrážní vztahy hrají na vyspělých trzích důležitou roli v určování fixní swapové sazby. U krátkodobých a střednědobých swapů ovlivňuje její určení trh eurodolarových futures. (Na druhé straně lze říci, že trh úrokových swapů vedl k velkému rozmachu trhu eurodolarových futures: zvýšila se likvidita, objemy obchodů a nastalo sblížení sazeb obou trhů.) U dlouhodobých swapů je swapové rozpětí do jisté míry ovlivněno kvalitativním diferenciálním rozpětím. I když úvěrové riziko úrokových swapů je řádově menší než u půjček a dluhopisů obchodních společností, jeho odhad je poměrně složitou záležitostí. V současné době se vydělují dva základní přístupy k tomuto jeho odhadu. První přístup založil R. Merton; vychází z opční metodiky (elementární úvod pro dluhopisy s nulovým kuponem viz (Málek, 1998)). Druhý přístup se zdá slibnější a vychází z přímého modelování procesu platební neschopnosti věřitele.¹²

¹² Čtenářům, kteří mají zájem o modelování úvěrového rizika úrokových a měnových swapů, lze doporučit dva základní články: (Duffie – Huang-Ming, 1996) a (Duffie – Sigelton, 1997).

LITERATURA

- ALWORTH, J. S. (1993): The Valuation of US Dollar Interest Rate Swaps. *Working Paper, Bank for International Settlements*, Basle, 1993.
- ARRAK, M. – GOODMAN, L. – RONES, A. (1986): *Credit Lines for New Instruments: Swaps, Over-the counter Options, Forwards and Floor-Ceiling Agreement*. Federal Reserve Bank of Chicago, 1986.
- BELTON, T. M. (1987): Credit Risk in the Interest Rates of Swaps. *Research Papers in Banking and Financial Economics*. Board of Governors of Federal Reserve Systems, 1987.
- BJÖRK, T. (1997): Interest Rate Theory. *CIME Lectures*, 1996.
- DUFFI, D. (1996): *Futures Markets*. Prentice Hall, 1989.
- DUFFIE, D. – HUANG-MING (1996): Swap Rates and Credit Quality. *Journal of Finance*, vol. 51, 1996, no. 3.
- DUFFIE, D. – SIGELTON, K. J. (1997): An Econometric Model of the Term Structure of Interest-Rate Swap Yields. *Journal of Finance*, vol. 52, 1997, no. 4.
- HULL, J. C. (1993): *Options, Futures, and Other Derivative Securities*. Prentice Hall, 1993.
- KOLB, R. W. (ed.) (1992): *Financial Derivatives Readers*. Miami, 1992.
- MÁLEK, J. (1998): *Opce a futures*. Praha, VŠE (skripta), 1998.
- MARSHALL, J. F. – KAPNER, K. R. (1998): *Understanding Swaps*. John Wiley&Sons, 1993.
- RITCHKEN, P. (1987): *Options-Theory, Strategy, and Applications*. HarperCollins Publishers, 1987.
- SHIRREFF, D. (1985): The Fearsome Growth of Swaps. *Euromoney*, October 1985.
- SMITH, C. W. – SMITHSON, CH. W.(ed.) (1990): *The Handbook of Financial Engineering*. Harper & Row Publishers, 1990.
- WHITTAKER, J. G. (1987): *Pricing Interest Rate Swaps in an Option Pricing Framework*. Federal Reserve Bank of Kansas City, 1987.
- YOUNG HO EOM-SUBRAHMANYAM, M. G. – JUN UNO (2000): *Credit Risk and the Yen Interest Rate Swap Market*. <http://www.stern.nyu.edu/fin/workpapers/wpa98069.htm> [cit.: 30. 1. 2001].

SUMMARY

JEL: G13, G39

Keywords: interest-rate swap – bonds – credit risk

Interest-Rate Swaps and Arbitrage

Jiří MÁLEK – University of Economics, Prague, Department of Banking and Insurance

Three approaches toward the determination of fixed swap rates are presented in this article: a swap as a portfolio of bonds with a fixed and floating coupon, a swap as a portfolio of forwards, and a swap as the difference between the cap and the floor (zero-collar). Later in the paper, credit risk is taken in consideration. The credit risk of interest-rate swaps is much lower than that of loans or corporate bonds. Empirical research is presented to support the analysis. One of the most important determinants of credit risk in a swap spread is the yield curve slope.